

Закрытое акционерное общество
«ДОНЕЦКСТАЛЬ» -
металлургический завод»

83002, г. Донецк, ул. Павло Ткаченко, 122.
Для почты: 83055, г. Донецк, ул. Чкаловская, 174.
Расч. счет № 20000198028081
Д/Ф ОАО «Кредитпробанк» МФО 333593
код ОКПО 8062178 т.а. (062) 333770



Закрите акционерне товариство
«ДОНЕЦЬКСТАЛЬ» -
металургійний завод»

83002, м. Донецьк, вул. Павло Ткаченко, 122.
Для пошти: 83055, м. Донецьк, вул. Чкаловська, 174.
Розрахунковий рахунок № 20000198028081
Д/Ф ПАТ «Кредитпробанк» МФО 333593
код ЄДРПОУ 5062178 т.а. (062) 333770

_____ 200 р. № _____
На № _____ в/з _____

Директору
Украинского государственного
научно-исследовательского
углехимического института УХИИ
Ковалеву Е.Т.

Уважаемый Евгений Тихонович!

В день 80-летия Вашего института разрешите выразить искренние поздравления и пожелания всему коллективу УХИИ.

80 лет институту, который в сложных экономических условиях становления и развития государственности Украины является примером высокого профессионализма и сохранения новаторских традиций многих поколений ученых.

Неоценим вклад Вашего предприятия в развитие технологий, способствующих повышению технического уровня и конкурентоспособности металлургической отрасли, использованию в ней энергосберегающих мероприятий, международных стандартов качества продукции и обеспечения защиты окружающей среды.

Научный интеллект Вашего дружного коллектива позволяет обеспечить эффективность научно-технических решений в процессе нашего сотрудничества.

Удачи, добра, мудрости и процветания Вашему коллективу, стабильных деловых партнеров и надежных контрактов.

Генеральный директор – Председатель правления

А.Н. Рыженков



УДК 66.092.89:66.042

КОКСОВАЯ БАТАРЕЯ С ОБОГРЕВАТЕЛЬНЫМ ПРОСТЕНКОМ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

© 2010 Васильев Ю.С., д.т.н.,
Фидчунов Л.Н., к.т.н. (УХИИ)

Предложена конструкция отопительной системы батареи большеемких коксовых печей с обогревательными простенками повышенной прочности для коксования как влажной, так и термopодготовленной шихты. Предложены схемы обогрева, обеспечивающие равномерный обогрев в печах высотой 8-10 м. Приведены основные характеристики возможных вариантов конструкции промышленного модуля для безвагонной загрузки термopодготовленной шихты, а также конструкции коксовой батареи для вагонной загрузки.



Construction of the heating system for great volume coke ovens battery is offered with the heating walls of increased durability for coking both moist and heat-treated charge. The scheme of heating, providing the even heating in stoves in high 8-10 m, are offered. Basic descriptions of possible variants of the industrial module construction are resulted for the carriage of heat-treated charge, and also construction of coke battery for the the carriage.

Ключевые слова: коксовая батарея, обогревательный простенок, термopодготовленная шихта, большеемкая коксовая печь.

Отечественный и мировой опыт убедительно свидетельствуют, что продолжительность эксплуатации коксовых батарей существенно зависит от размеров камер коксования. Так, печи с объемом камер 20 м³ эксплуатируются 25 и более лет без капитального ремонта, а срок службы батарей с камерами 40 м³ и более не превышает 20 лет. Это объясняется тем, что с увеличением длины и высоты камер коксования снижается механическая устойчивость обогревательных простенков к термомеханическим нагрузкам, возникающим в процессе коксования и выдачи готового коксового пирога [1, 2].

Недостатком современных конструкций коксовых печей является ускоренное разрушение кладки простенка напротив крайних отопительных каналов, обусловленное необходимостью подавать в крайние отопительные каналы в 1,5-2,0 раза больше тепла, чем в предкрайние.

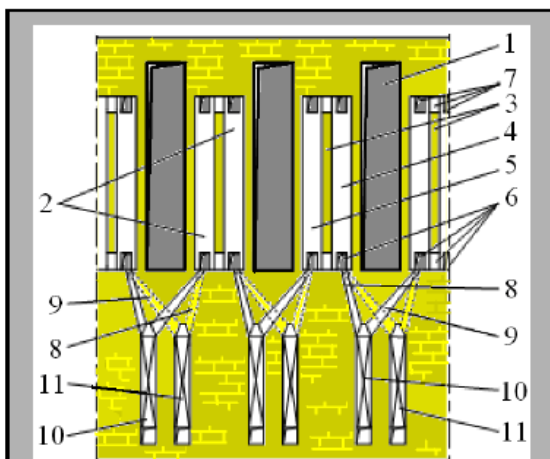


Рис. 1 Коксовая батарея с простенками повышенной прочности

1 – камера коксования; 2 – обогревательный простенок; 3 – разделительная стенка; 4, 5 – отопительные каналы полупростенков; 6, 7 – рециркуляционные и перевальные окна; 8, 9 – косые ходы; 10, 11 – регенераторы

В данной статье рассмотрена конструкция коксовых печей [3, 4] с обогревательными простенками повышенной прочности, состоящими из двух рядов попарно сгруппированных вертикальных отопительных каналов, образованных вертикальными сплошными стенками печных камер, равноудаленной от этих стенок продольной вертикальной стенкой и перпендикулярными к этим стенкам перегородками (рис. 1). Перегородки и продольная вертикальная стенка снабжены перевальными и рециркуляционными окнами, обеспечивающими соединение любого (кроме крайнего) вертикального отопительного канала с тремя другими примыкающими к нему отопительными каналами.

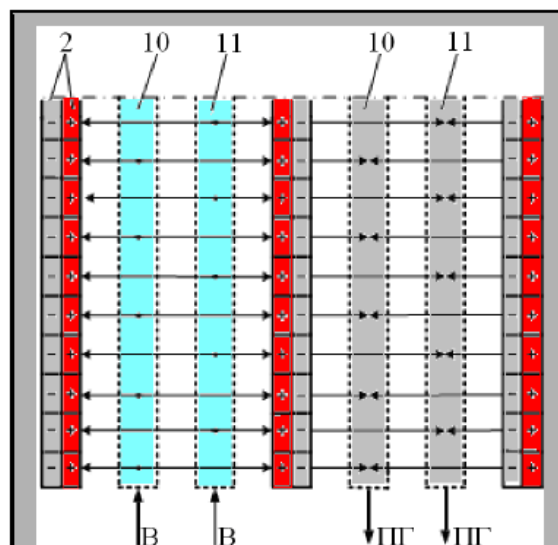


Рис. 2 Распределение потоков в отопительной системе по схеме А

2 – обогревательный простенок; 10, 11 – регенераторы

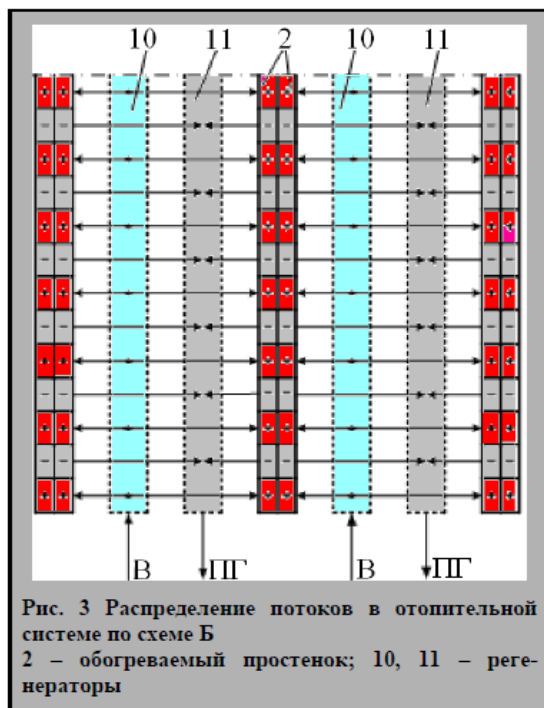
Дополнительная вертикальная перегородка обеспечивает увеличение механической прочности конструкции простенка, а наличие в ней перевальных и

рециркуляционных окон – ориентирование попарно сгруппированных отопительных каналов не вдоль камеры, а вдоль батареи. Благодаря этому крайний и предкрайний отопительные каналы изолируются один от другого, и регулирование количеств газа и воздуха в любом из них не влияет на поступление газа и воздуха в массовые отопительные каналы. В предлагаемой конструкции обогрева можно осуществлять по трем следующим схемам:

1. Схема А: сжигание отопительного газа происходит во всех отопительных каналах одного полупростенка, а образовавшиеся продукты горения эвакуируются в отопительные каналы другого полупростенка (рис. 2).

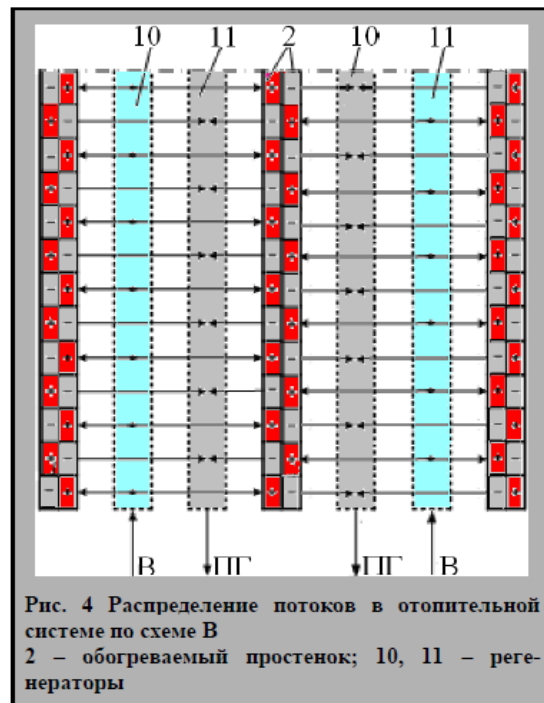
2. Схема Б: сжигание отопительного газа происходит во всех четных отопительных каналах обоих полупростенков, а эвакуация продуктов горения осуществляется через нечетные (рис. 3).

3. Схема В: сжигание отопительного газа происходит во всех четных отопительных каналах одного полупростенка и нечетных другого, а продукты горения эвакуируются в остальные отопительные каналы обоих полупростенков (рис. 4).



Предложенная конструкция отопительной системы позволяет осуществить перевод батарей с одной схемы обогрева на другую перекоммутированием направления

потоков половины регенераторов и переключением половины отопительных каналов на другой коллектор.



обогрев печей по схеме А обеспечивается подключением всех вертикалов каждого полупростенка к своему газовому коллектору и работой пары расположенных под камерой коксования регенераторов на одноименном потоке (нагрев воздуха либо прием продуктов горения). Направление потоков в парах регенераторов под смежными камерами коксования всегда противоположное.

Аналогичная схема обогрева предложена за рубежом для коксовых печей, обогреваемых доменным газом [5].

Основным, на наш взгляд, недостатком данной схемы является риск ускоренного разрушения кладки, обусловленный непрерывными колебаниями температуры греющих стенок. При горении в полупростенке отопительного газа температура кладки греющей стенки растет, а в следующем кантовочном цикле при приеме полупростенком продуктов горения – снижается. При этом глубина охлаждения кладки греющих стенок и величина амплитуды колебаний ее температуры наиболее опасны для кладки свежезагруженных печей, поскольку достигают максимальных значений.

При обогреве по схеме Б направление потоков в четных и нечетных регенераторах и отопительных каналах обоих полупростенков противоположное (рис. 3). При этом сжигание отопительного газа происходит в половине (через один) отопительных каналов обоих полупростенков, что в значительной степени уменьшает колебания температур и обуславливает меньшую, чем по схеме А, глубину охлаждения кладки греющих стен свежезагруженных коксовых камер.

Применение обогрева по схеме В (шахматное горение) практически полностью устраняет колебания температур на обеих греющих стенках коксовых камер (рис. 4).

В предложенной конструкции обогревательного простенка каждый отопительный канал перевальными и рециркуляционными окнами соединяется с примыкающими к нему тремя каналами. Такое решение расширяет возможности регулирования степени рециркуляции (т.е. распределения тепла по высоте печи) путем перевода батарей с одной схемы горения газа на другую. Соотношение площадей сечений рециркуляционных окон в схеме А, Б и В составляет, соответственно, 1:2:3.

Индивидуальное регулирование подачи воздуха в крайний и предкрайний отопительные каналы полупростенка в схемах Б и В может быть обеспечено применением дополнительного подового канала с подвижной заслонкой и глухим секционированием части насадки регенератора, относящейся к крайнему вертикалу [6]. Подвижная заслонка в предложенном решении кинематически связана с кантовочным механизмом. Это позволяет вводить регулируемое добавочное сопротивление эвакуации продуктов горения путем частичного перекрытия заслонкой сечения дополнительного подового канала регенератора нисходящего потока.

Для обеспечения равномерного нагрева коксуемой загрузки по высоте и снижения содержания оксидов азота в сбрасываемых продуктах сгорания предлагается применение двухступенчатого подвода воздуха в отопительные каналы.

По результатам проведенных нами исследований на гидравлических моделях определен оптимальный уровень расположения 2^й ступени и соотношение количеств воздуха между 1^й и 2^й ступенями, которые обеспечивают равномерный прогрев коксового пирога в печах высотой до 8 м.

В случае увеличения высоты печей до 10 м необходимо оборудование второй ступени подачи газа на уровне свода, что обеспечивает завершение горения на нисходящем потоке в смежном отопительном канале – как в печах системы Симплекса либо Отто [7].

Предлагаемая конструкция отопительной системы коксовых печей обеспечивает возможность работы как на влажной, так и на термически подготовленной шихте. При этом плотность насыпной массы в камере

кокования может составлять не менее 850 кг/м³ сухой шихты.

Для промышленного внедрения предлагаются два возможных варианта, предусматривающие коксование термически подготовленной шихты в ширококамерных печах большого объема.

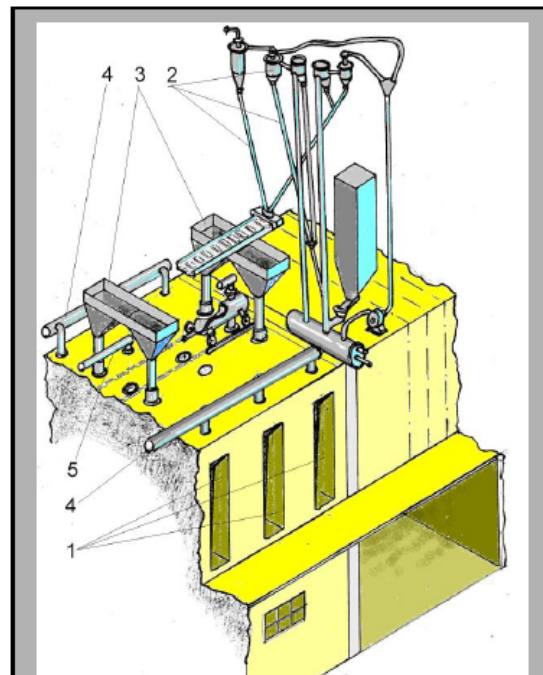


Рис. 5 Схема модуля коксовых печей

1 – камера коксования, 2 – установка термодготовки шихты, 3 – накопительный бункер для термодготовленной шихты, 4 – газосборник коксового газа, 5 – газосборник газов загрузки

В отличие от известного Jumbo Coking Reactor (JCR), представляющего собой единичный реактор с индивидуальной системой ампеража [5, 8] мы предлагаем группировать печи в отдельные модули (рис. 5), каждый из которых содержит до 10 печей с размерами (ориентировочно):

– полезная длина камеры, м	17,86
– высота камеры, м:	
общая	8,4
полезная	8,0
– ширина камеры, мм:	
машинная сторона	689
коковская сторона	739
средняя	714
– толщина греющей стенки, мм	105

уровень обогрева, мм	1200
средняя ширина обогривательного простенка, мм	1230
объем камеры, м ³	102,0
оборот печей, ч	24
разовая выдача кокса, т	65

В предлагаемом модуле загрузка камер термоподготовленной шихтой осуществляется через стационарные накопительные бункера (по одному на две печи), поступление нагретой шихты в которые осуществляется самотеком. В таких условиях количество печей в модуле определяется из условия гарантированной подачи термоподготовленной шихты в накопительный бункер любой печи самотеком, должно быть четным и составлять 6-10 печей.

Промежуток времени между двумя последовательными выдачами может быть выражен следующим образом (1):

$$\Delta t = \frac{60 \cdot 0,85 \cdot V_k}{V_{\text{тнм}}} \quad (1)$$

где Δt – промежуток времени между двумя последовательными выдачами, мин;

0,85 – насыпная плотность термоподготовленной шихты в камере коксования, т/м³.

V_k – полезный объем камеры коксования, м³;

$V_{\text{тнм}}$ – производительность установки термоподготовки по сухой шихте, т/ч.

При производительности установки термоподготовки шихты около 120 т/ч сухой шихты интервал между последовательными загрузками составляет $\Delta t = \frac{60 \cdot 0,85 \cdot 102}{120} \approx 45$ мин. Обслуживание печей в

модуле коксовыми машинами осуществляется по серийности выдачи 2-1. При компоновке двух модулей с обеих сторон установки термоподготовки шихты целесообразно поочередное обслуживание одноименных печей обоих модулей.

Машинное время комплекта коксовых машин на обслуживание четных (либо нечетных) печей двухмодульного блока составляет 6,0 ч ($45 \cdot 8 = 360$ мин) для 8 камерного модуля и 4,5 часа – для 6 камерного.

Выдача четных и нечетных печей должны проводиться в двух сменах, отстоящих одна от другой на 12 ч. При этом каждая смена состоит из продолжительности выдачи печей и продолжительности циклической остановки.

На примере блока из двух восьмикамерных модулей выдача первой серии (четных либо нечетных) печей осуществляется в первые 6 ч первой смены. В оставшиеся до начала второй смены 6 ч выдача печей не производится, установка ТПШ не работает. Последняя начинает работать за 45 мин до начала второй смены, то есть начала выдачи второй серии печей.

Подобное разнесение во времени выдаваемых серий печей с такими циклическими остановками между сериями обеспечивает гармонический (практически с одинаковой амплитудой) характер термомеханических воздействий загрузок смежных камер на кладку простенка, то есть одинаковые и, соответственно, наилучшие для всего массива кладки условия, обеспечивающие ее сохранность и увеличение срока службы.

Годовая мощность такого двухмодульного блока составит 300-400 тыс. т/год кокса с влажностью 6 %.

В варианте вагонной загрузки термоподготовленной шихты число печей в батарее определяется производительностью установки термоподготовки шихты и рассчитывается по формуле (2):

$$N = \frac{t_{\text{тнм}} \cdot V_{\text{тнм}}}{V_k \cdot 0,85} K_{\text{ц}} \quad (2)$$

где N – количество печей в блоке, округленное до ближайшего меньшего;

$t_{\text{тнм}}$ – продолжительность работы установки термоподготовки шихты, ч/сут;

$V_{\text{тнм}}$ – производительность установки термоподготовки по сухой шихте, т/ч;

$K_{\text{ц}}$ – коэффициент, учитывающий время на циклическую остановку, принимается равным 0,9.

При производительности установки термоподготовки, равной 120 т/ч сухой шихты, и при предлагаемых размерах камеры коксования максимальное количество печей в блоке составит:

$$N = \frac{24 \cdot 120}{102 \cdot 0,85} \cdot 0,9 \approx 30 \text{ шт.}$$

Годовая производительность такого блока составляет 750 тыс. т. валового кокса с влажностью 6 %.

Обслуживание печей в батарее осуществляется по серийности выдачи 5-2 с полуторачасовой циклической остановкой. Соответственно установка термоподготовки шихты прекращает работу за 45 мин до начала циклической остановки и начинает работу за 45 мин до ее окончания и начала выдачи кокса в первой печи следующей серии.

Для мокрого тушения выданной порции кокса (65 т) требуется коксовая рампа длиной не менее 72 м.

Библиографический список

1. Скляр М.Г., Васильев Ю.С., Вирозуб А.И. и др. Устойчивость кладки обогривательных простенков коксовых батарей // *Кокс и Химия*. – 1987. – № 4. – С.14-21.
2. Васильев Ю.С., Лобов А.А., Вирозуб А.И. и др. Прогнозирование долговечности кладки обогривательных простенков печной камеры коксовой батареи на основе обобщенных диаграмм ползучести динаса // *Кокс и Химия*. – 1990. – № 5. – С. 11-15.



3. Патент 27068 Украина, С10В 5/00. Горизонтальная коксовая печь. / Шептовіцкий М.С., Кауфман С.П., Васильев Ю.С. и др.; опубл. 28.02.2000, Бюл. № 1.

4. Патент 83774 Украина, С10В 5/00. Горизонтальная коксовая печь. / Васильев Ю.С., Ковалев Е.Т., Стрелец Л.Т., Фидчунов Л.Н.; опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15.

5. Dellmann H.B. A New Heating System and General Design Considerations for Large Capacity Coke Ovens Designed for Integrated Steel Plants. // *Cokemaking International*. – 1999. – № 1. – P. 54-58.

6. А. С. 957561 СССР, С10В 5/00. Устройство для подачи воздуха и бедного отопительного газа в отопительные каналы коксовых печей / Васильев Ю.С., Фидчунов Л.Н., Лихогуб Е.П. и др.

7. Агроскин А.А. Коксовые печи. Конструкции и теплотехника. – Харьков: ГНТИУ, 1937. – 496 с.

8. Bertling H. A. Jumbo Coking Reactor (JCR) – Progress Report. // *Cokemaking International*. – 1995. – № 2. – P. 20-29.

Рукопись поступила в редакцию 15.11.2009

